

ІМПЕДАНСНИЙ ВИЯВЛЮВАЧ ЗАКЛАДНИХ ПРИСТРОЇВ ЗАМАСКОВАНИХ ПІД РАДІОЕЛЕМЕНТИ

Наконечний Т. А., магістрант, Євграфов Д. В., к.т.н.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

Виявлення вбудованих в апаратуру закладних пристроїв є досить складною задачею, оскільки вони можуть бути замасковані під радіоелементи, та елементи конструкції [1]. Ускладнює виявлення інтегрованих закладних пристроїв наявність схемотехнічного зв'язку з «маскуючим» електронним пристроєм (наприклад, виконують роль ємності тощо). Також деякі пристрої маскування випромінюють достатньо потужні поля, тому застосування індикаторів поля не завжди доцільне. Виявлення таких закладних пристроїв найчастіше відбувається візуальним шляхом, коли присутній для порівняння пристрій-аналог з можливістю доступу до внутрішнього простору [1, 2, 3].

Технічно це завдання дозволяє вирішити спеціалізований виявлювач. Принцип роботи такого виявлювача ґрунтується на вимірі комплексних характеристик у відповідних вузлах друкованої плати. Будь-який закладний пристрій характеризується комплексним опором (імпедансом), внесення якого створить неузгодження з іншими каскадами схеми. Якщо встановити діапазон розходження комплексного опору інтегрованого пристрою на певних частотах з опорами сусідніх елементів друкованої плати, то матимемо

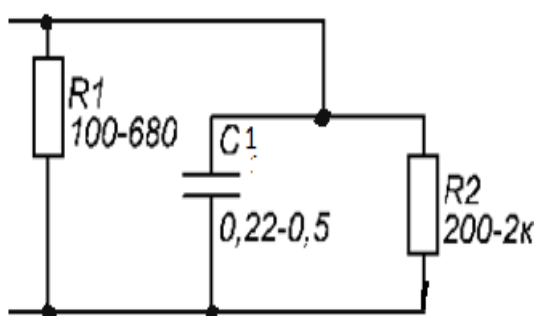


Рисунок 1. Послідовна архітектура

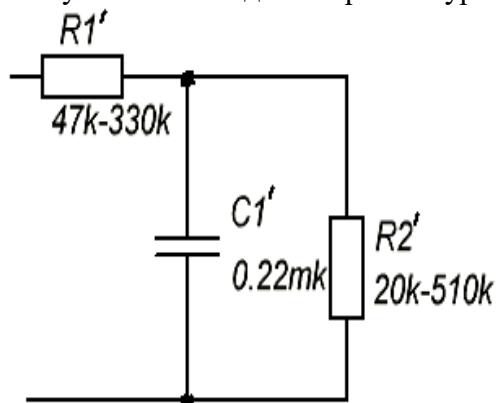


Рисунок 2. Паралельна архітектура

критерій виявлення «вбудованих» пристроїв. Для демонстрації такого виявлювача розглянемо моделі закладних пристроїв у вигляді приведених схем з послідовною та паралельною архітектурою (рис. 1, 2) [4, 5].

Імпеданс послідовної архітектури закладного пристрою:

$$Z(f) = \frac{R1 \cdot \frac{R2 \cdot R_{C1}(f)}{R2 + R_{C1}(f)}}{R1 + \frac{R2 \cdot R_{C1}(f)}{R2 + R_{C1}(f)}}$$

де $R1, R1$ – приведені опори;

$$R_{C1} = \frac{1}{j \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C1},$$

де f – частота; $C1$ – приведена ємність.

Імпеданс паралельної архітектури закладного пристрою:

$$Z(f) = \frac{R2' \cdot R'_{C1}(f)}{R2' + R'_{C1}(f)} + R1',$$

де $R1'$, $R2'$ – приведені опори;

$$R'_{C1} = \frac{1}{j \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C1'},$$

де $C1'$ – приведена ємність.

Результати порівняння параметрів схем-моделей на рис. 1 та 2 з параметрами закладних пристроїв, що максимально їм відповідають, представлені на рис. 3 та 4. З яких видно, що запропоновані моделі є адекватними.

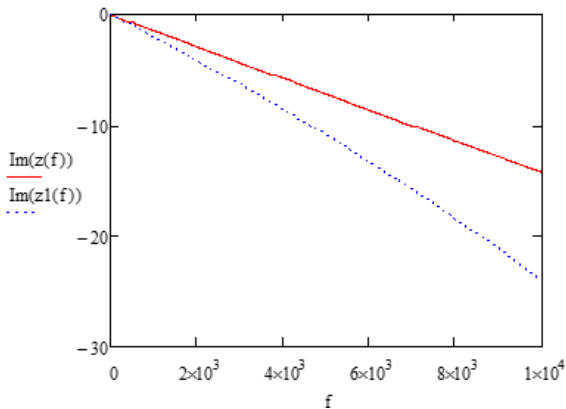


Рисунок 3. Порівняння імпедансу оригінального пристрою з імпедансом моделі з послідовною архітектурою

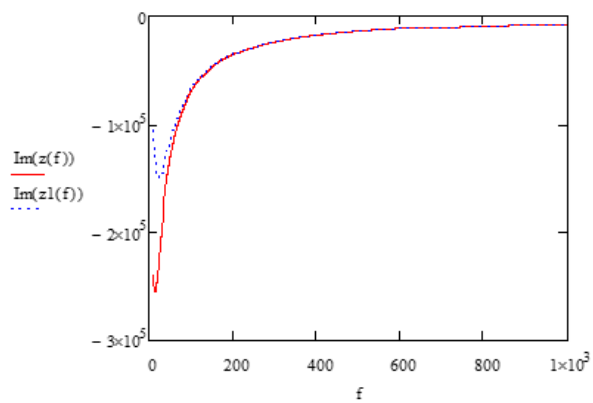


Рисунок 4. Порівняння імпедансу оригінального пристрою з імпедансом моделі з паралельною архітектурою

Структурна схема виявлювача показана на рис. 5. Джерело E формує сигнал змінюваною частотою. На резисторі R , діє напруга U_r , а на досліджуваних макетах – U_z . Досліджувані напруги через аналогово-цифровий перетворювач (АЦП) передаються на обчислюваний пристрій (ОП), який розраховує комплексний опір

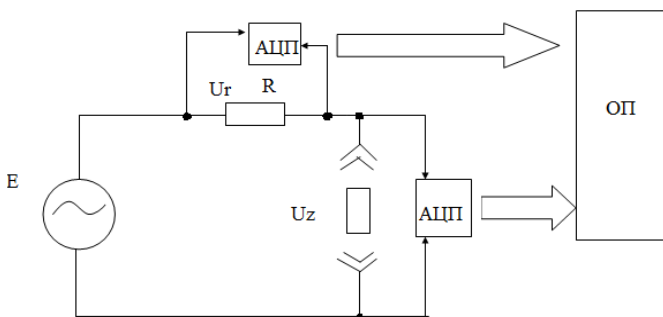


Рисунок 5. Структурна схема виявлювача

дного пристрою за формулами:

$$Re = |Z| \cdot \cos(\varphi), \quad Im = |Z| \cdot \sin(\varphi).$$

В мікроконтролері виявлювача відбувається аналіз розходження імпедансів між моделями закладних пристроїв на різних частотах з нормативними значеннями.

$$Z = \frac{U_z}{U_r} \cdot R.$$

Крім цього розраховується різниця фаз між зазначеними напругами φ . Використовуючи отримані експериментальні дані, можна розрахувати – активний опір Re та реактивний опір моделей закла-

Нормативні значення імпедансу на різних частотах для аналізу моделей закладних пристроїв приведені у табл. 1.

Таблиця 1

	Послідовна схема					Паралельна схема				
F кГц	0,1	0,4	1,0	4,0	10,0	0,1	0,4	1,0	4,0	10,0
Z, Ом	4,5	6,7	33,9	63,8	30,68	$7,1 \cdot 10^4$	$1,8 \cdot 10^3$	$7,2 \cdot 10^3$	$1,8 \cdot 10^3$	723,4
	250	485	313,4	94,1	47,1	$5,1 \cdot 10^3$	$9,95 \cdot 10^3$	$6,4 \cdot 10^3$	$1,8 \cdot 10^3$	722

На практиці знаходження закладного пристрою за допомогою виявлювача полягає у вимірюванні комплексного опору та зсуву фаз у певних точках електричних плат маскуючого радіоелектронного пристрою. Це технічно дозволить виявляти «вмонтовані» закладні пристрої в друковані плати радіоелектронної апаратури, і тим самим сприятиме технічному захисту інформації.

Такий виявлювач додатково можна обладнати світловим і шумовим індикаторами, в разі розбіжностей опорів у відповідних вузлах виміру на друкованій платі автоматично спрацьовуватиме сигналізація.

Перелік посилань

1. Яковлев В. А., Шпионские и антишпионские штучки / В. А. Яковлев . — М.: Наука и техника, 2016. . — 317 с
2. Хорев А. А., Методы и средства поиска электронных устройств перехвата информации /А.А. Хорев . — М.: «Связь», 1998.. — 224 с.
3. Зайцев А. П., Технические средства и методы защиты информации/А.П.Зайцев – М.: «Высшая школа», 2012.. – 616с.
4. Коряк-Черняк С. Л., Как собрать шпионские штучки своими руками /С.Л.Коряк-Черняк. – М.: «Наука и техника», 2010. – 220 с.
5. Каторин Ю. Ф., Защита информации техническими средствами /Ю.Ф. Каторин. – СПб: «НИУ ИТМО», 2012. – 416 с.

Анотація

Представлено пристрій виявлення закладних пристроїв, замаскованих під радіоелементи у радіоелектронній апаратурі, що базується на дослідженні імпедансних характеристик моделей закладних пристроїв. Виявлювач передбачає аналіз розходження комплексних опорів, що вимірюються у відповідних вузлах друкованої плати.

Ключові слова: виявлювач, закладний пристрій, імпеданс.

Аннотация

Представлено устройство обнаружения закладных устройств, замаскированное под радиоэлементы в радиоэлектронной аппаратуре, что основано на исследовании импедансных характеристик моделей закладных устройств. Обнаружитель предусматривает анализ различия комплексных сопротивлений, измеренных в соответствующих узлах печатной платы.

Ключевые слова: обнаружитель, закладной устройство, импеданс.

Abstract

Presented embedded devices detection device disguised as radioelements in electronic equipment, based on a study of the characteristics of the impedance models of embedded devices. The detector provides an analysis different complex resistances measured in the respective printed circuit board assemblies.

Keywords: detector, embedded device, impedance.